

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10308378 A**(43) Date of publication of application: **17.11.98**

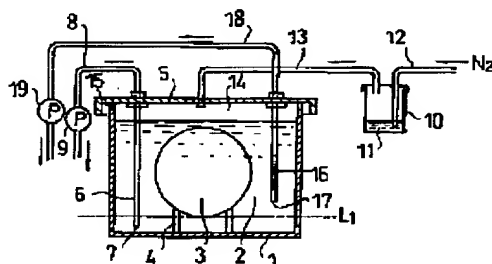
(51) Int. Cl. **H01L 21/304**  
**F26B 5/00**  
**// B08B 3/08**

(21) Application number: **09131663**(71) Applicant: **KAIJO CORP**(22) Date of filing: **07.05.97**(72) Inventor: **OKANO KATSUICHI****(54) DRYING OF SUBSTRATE SURFACE****(57) Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method for drying a substrate surface using Marangoni effect enabling drying time to be heavily shortened by an extremely simple method.

**SOLUTION:** Two liquid absorption pipes 6 and 16 having drainage pumps 9 and 19 respectively are used, and a first liquid suction pipe 6 is placed so as to position the top opening 7 under the lower edge  $L_1$  of a substrate 3 placed in a cleaning bath 1, and a second liquid suction pipe 16 is placed so as to position the top opening 17 over lower edge  $L_1$  of the substrate 3 placed in the cleaning bath 1. And the volume of the drain of the drainage pump 9 is set below the fall speed of the liquid level that sump do not occur at the lower edge of the substrate 3, and the total volume of the drain of the two drainage pumps 9 and 19 is set above the fall speed of the liquid level that sump do not occur at the lower edge of the substrate 3 and below the upper limit of the fall speed of the liquid level that Marangoni effect occur, and the two drainage pumps are operated at the same time to absorb and drain the cleaning liquid 2 in the cleaning bath through the two drainpipes.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-308378

(43) 公開日 平成10年(1998)11月17日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
H 0 1 L 21/304  
F 2 6 B 5/00  
// B 0 8 B 3/08

識別記号  
3 6 1

F I  
H 0 1 L 21/304 3 6 1 H  
F 2 6 B 5/00  
B 0 8 B 3/08 Z

審査請求 未請求 請求項の数3 FD (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平9-131663

(22) 出願日 平成9年(1997)5月7日

(71) 出願人 000124959

株式会社カイジョー

東京都羽村市栄町3丁目1番地の5

(72) 発明者 岡野 勝一

東京都羽村市栄町3丁目1番地の5 株式  
会社カイジョー内

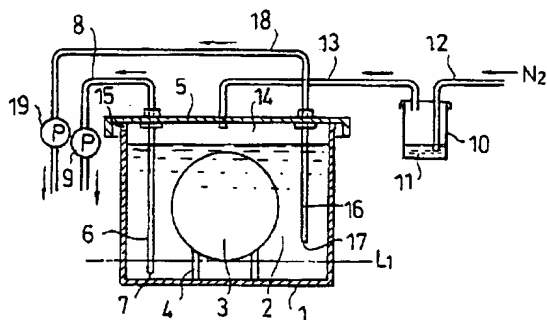
(74) 代理人 弁理士 薬師 稔 (外1名)

(54) 【発明の名称】 基板表面の乾燥方法

(57) 【要約】

【課題】 極めて簡単な方法で乾燥時間を大幅に短縮することのできるマランゴニ効果を利用した基板表面の乾燥方法を提供する。

【解決手段】 排液用ポンプ9、19を備えた二つの吸液管6、16を用い、第1の吸液管6はその先端開口部7が洗浄槽1内に置かれた基板3の下端縁L<sub>1</sub>よりも下側に位置するように配置するとともに、第2の吸液管16はその先端開口部17が洗浄槽1内に置かれた基板3の下端縁L<sub>1</sub>よりも上側に位置するように配置し、排液用ポンプ9はその排水量を基板3の下端に液溜まりが発生しない液面降下速度以下に設定するとともに、2つの排液用ポンプ9、19の合算排水量を基板の下端に液溜まりが発生しない液面降下速度以上で、かつ、マランゴニ効果の発現する液面降下速度の上限値以下となるように設定し、二つの排液用ポンプを同時に作動して二つの排液管によって洗浄槽内の洗浄液2を吸い出し、排水する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 洗浄液槽内の洗浄液中に乾燥処理すべき基板を浸漬するとともに、この洗浄槽の液面上部空間に、洗浄液に対して親水性で、かつ、洗浄液に混和されることによって洗浄液の表面張力を小さくするような性質を有するガスを送給しながら、前記洗浄槽の洗浄液を所定の速度で排出していくことにより、基板表面を乾燥するようにした乾燥方法において、前記洗浄槽に、第1の排液用ポンプを備えた第1の吸液管と第2の排液用ポンプを備えた第2の吸液管を配設し、

前記第1の吸液管はその先端開口部が前記洗浄槽内に置かれた基板の下端縁よりも下側に位置するように配置するとともに、前記第2の吸液管はその先端開口部が前記洗浄槽内に置かれた前記基板の下端縁よりも上側に位置するように配置し、

前記第1の排液用ポンプはその排水量を前記基板の下端に液溜まりが発生しない液面降下速度以下に設定するとともに、前記第1および第2の二つの排液用ポンプの合算排水量を前記基板の下端に液溜まりが発生しない液面降下速度以上で、かつ、マランゴニ効果の発現する液面降下速度の上限値以下となるように設定し、

前記第1および第2の二つの排液用ポンプを同時に作動して前記第1および第2の二つの排液管によって前記洗浄槽内の洗浄液を吸い出して排水するようにしたことを特徴とする基板表面の乾燥方法。

【請求項2】 前記洗浄液が純水であり、前記液面上部空間への送給ガスがイソプロピルアルコール・ガスであることを特徴とする請求項1記載の基板表面の乾燥方法。

【請求項3】 前記第1の吸液管による洗浄液の排水量を液面降下速度 $0.5\text{ cm/sec}$ 以下に設定するとともに、前記第1および第2の二つの吸液管による洗浄液の合算排水量を液面降下速度 $1.5\text{ cm/sec}$ 付近に設定したことを特徴とする請求項3記載の基板表面の乾燥方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体ウェーハや液晶(LCD)ガラスなどの基板をウェット洗浄する際の基板表面の乾燥方法に係り、特にマランゴニ(Marangoni)効果を利用した基板表面の乾燥方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】半導体ウェーハや液晶ガラスなどの基板洗浄には、純水を主としたウェット洗浄が主流となっている。通常、この基板の洗浄工程は、洗浄、すすぎ、乾燥の3つの工程からなるが、近時の半導体素子の超高密化に伴い、 $0.3\mu\text{m}$ 以下の小さな径の微粒子の付着も問題となっており、最後の工程となる乾燥処理が極めて重要になってきている。このような微粒子を除去するこ

とのできる乾燥技術の1つに、マランゴニ効果を利用した乾燥処理が知られている。図2に、このマランゴニ効果を利用した従来の乾燥装置の例を示す。

【0003】図2において、1は洗浄液としての純水2を満たした洗浄液槽であり、この洗浄液槽1内に洗浄対象となる半導体ウェーハ3などの基板がウェーハ収納用カセット4に定枚数並べて浸漬されている。この洗浄液槽1の上蓋5には、槽内の純水2を吸い出して外部へ排水するための吸液管6が、その先端開口部7をウェーハ3の下端縁 $L_1$ よりも下側に位置するように取り付けられており、排液用パイプ8を介して排液用ポンプ9に繋がれている。

【0004】一方、10はバブリング槽であって、このバブリング槽10には、後述するマランゴニ効果を発現させるための親水性のガスを発生する有機性液体、例えばIPA(イソプロピルアルコール)11などが入れられているとともに、槽底付近にはキャリアガスとしての $\text{N}_2$ (窒素)ガスを送給するキャリアガス供給用パイプ12が配管されている。IPA11は、この $\text{N}_2$ ガスによってバブリングされてガス化され、 $\text{N}_2$ ガスと混合された後、ガス供給用パイプ13を通じて洗浄液槽1の液面上部空間14に圧送されるようになっている。

【0005】なお、前記洗浄液槽1の液面上部空間14は、完全な密閉空間ではなく、例えば洗浄液槽1の口縁に形成された排気口15などによって外部に連通されており、この排気口15からIPAと $\text{N}_2$ の混合ガスを排気することにより、液面上部空間14内に所定のガス流(流速約5リットル/min程度)を形成し、IPAガスがウェーハ3と純水2との接触液面部に効果的に吹き付けられるように構成されている。

【0006】上記構成において、マランゴニ効果を利用した基板表面の乾燥は次のようにして行なわれる。すなわち、APM(アンモニア過水)洗浄や超音波によるメガソニック洗浄などによって洗浄処理されたウェーハ3は、十分にすすがれた後、図示するように洗浄液槽1の純水2中に浸漬配置される。そして、キャリアガス供給用パイプ12を通じてバブリング槽9に $\text{N}_2$ ガスを所定圧力で送給開始し、バブリング槽9内のIPA11をバブリングしてIPAガスを発生させる。この発生したIPAガスは $\text{N}_2$ ガスと混合され、ガス供給用パイプ13を通じて洗浄液槽1の液面上部空間14に圧送される。

【0007】次いで、前記IPAガスが送給されている状態において、排液用ポンプ9を作動させ、吸液管6によって洗浄液槽1内の純水2を所定の速度で吸い出していく。これによって洗浄液槽1内の純水2の液面は一定の速度で下がっていき、これに伴って純水2中に浸漬されたウェーハ3が徐々に露出されていき、この露出されていくウェーハ3と純水2の接触液面部に前記 $\text{N}_2$ ガスと混合されたIPAガスが吹き付けられる。

【0008】前記ウェーハ3と純水2の接触部分は、図

3に示すように、表面張力のために純水2がウェーハ3の表面に沿ってある高さまで登り、あたかも山のすそ野のような凹状の界面形状を呈している。この凹状の界面部分に $N_2$ ガスに混合されて運ばれてきた親水性のIPAガスが吹き付けられると、IPAガスは純水2中に溶け込んでいき、IPAガスが溶け込むに従って溶け込んだ部分の純水2の表面張力が小さくなっていく。前記凹状の界面部分のIPAガスの溶け込み濃度は、純水2の液面が上から下に向かって下がっていく関係上、上部側が濃く、下部側に行くに従って薄くなり、IPA濃度の勾配を生じる。この濃度勾配が発生すると、IPA濃度の小さい下側部分の表面張力がIPA濃度の高い上側部分の表面張力よりも大きくなり、表面張力の勾配を生じる。この表面張力の勾配が発生すると、前記凹状の界面部分には表面張力の小さな側から大きな側、すなわち上側から下側に向かう引き戻し力が発生する（これをマランゴニ効果という）。

【0009】この引き戻し力が発生すると、前記凹状の界面の先端部分は、その表面張力に抗して常に下側に向かって引かれ、液面の下降に従って速やかに後退していく。このため、純水2がウェーハ3の表面に水滴痕となに残るようなことがなくなり、洗浄液槽1内の純水2の液面が下降するに従って、ウェーハ3の表面は極めて静穏な状態で乾燥処理されていく。このマランゴニ効果を利用した乾燥方法によるときは、他の乾燥方法では困難であった $0.3\mu m$ 以下の微粒子もウェーハ表面に残存させることなく乾燥処理を行なうことができる。

【0010】前記マランゴニ効果を発現させるには、洗浄液槽1内の純水2の液面降下速度をあまり大きくすることができない。実験によれば、洗浄液として純水を用い、吹き付けガスとしてIPAガスを用いた場合、マランゴニ効果を発現できる液面降下速度の上限は $1.5\text{ cm/sec}$ 程度であり、これよりも速い液面降下速度で排水していった場合には、マランゴニ効果が発現しないために前述した洗浄効果を得ることができない。これは、IPAガスの純水への溶け込みに或る程度の時間を要すること、ウェーハと接触する純水の接触部形状が表面張力を発揮できる形状となるのに若干の時間がかかること、ウェーハ表面に付着しているゴミなどの微粒子はこれに接触した純水の表面張力によってウェーハ表面から剥離されるが、この剥離に或る程度の時間を要することなどに基づくものである。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】ところで、前記液面降下速度の上限値 $1.5\text{ cm/sec}$ 付近の大きな速度で純水2を排水していった場合、処理時間は短くなるが、純水2の液面がウェーハ3の下端縁 $L_1$ から最後に離れる部分で液溜まりを生じ、汚れを含んだ水がウェーハ3の表面に水滴痕となに残ってしまい、所期の洗浄効果を挙げることができなくなってしまう。このため、従来

においては、実際には液溜まりが生じないように液面の降下速度を $0.5\text{ cm/sec}$ 以下に設定し、極めて緩やかな速度で排水していくようにしていた。このため、従来においては基板の乾燥に長時間を要し、効率上問題があった。

【0012】本発明は、上記のような問題を解決するためになされたもので、極めて簡単な方法で乾燥時間を大幅に短縮することのできるマランゴニ効果を利用した基板表面の乾燥方法を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1記載の発明は、洗浄液槽内の洗浄液中に乾燥処理すべき基板を浸漬するとともに、この洗浄槽の液面上部空間に、洗浄液に対して親水性で、かつ、洗浄液に混和されることによって洗浄液の表面張力を小さくするような性質を有するガスを送給しながら、前記洗浄槽の洗浄液を所定の速度で排出していくことにより、基板表面を乾燥するようにした乾燥方法において、前記洗浄槽に、第1の排液用ポンプを備えた第1の吸液管と第2の排液用ポンプを備えた第2の吸液管を配設し、前記第1の吸液管はその先端開口部が前記洗浄槽内に置かれた基板の下端縁よりも下側に位置するように配置するとともに、前記第2の吸液管はその先端開口部が前記洗浄槽内に置かれた前記基板の下端縁よりも上側に位置するように配置し、前記第1の排液用ポンプはその排水量を前記基板の下端に液溜まりが発生しない液面降下速度以下に設定するとともに、前記第1および第2の二つの排液用ポンプの合算排水量を前記基板の下端に液溜まりが発生しない液面降下速度以上で、かつ、マランゴニ効果の発現する液面降下速度の上限値以下となるように設定し、前記第1および第2の二つの排液用ポンプを同時に作動して前記第1および第2の二つの排液管によって前記洗浄槽内の洗浄液を吸い出して排水するようにしたものである。

【0014】また、請求項2記載の発明は、前記請求項1記載の発明において、前記洗浄液が純水であり、前記液面上部空間への送給ガスがイソプロピルアルコール・ガスであることを特徴とするものである。

【0015】また、請求項3記載の発明は、前記請求項2記載の発明において、前記第1の吸液管による洗浄液の排水量を液面降下速度 $0.5\text{ cm/sec}$ 以下に設定するとともに、前記第1および第2の二つの吸液管による洗浄液の合算排水量を液面降下速度 $1.5\text{ cm/sec}$ 付近に設定したことを特徴とするものである。

【0016】

【作用】請求項1および2記載の発明の場合、液面が第2の吸液管の下端開口部よりも低くなるまでは、洗浄液は第1および第2の二つの吸液管によって、基板の下端に液溜まりが発生しない液面降下速度以上で、かつ、マランゴニ効果の発現する液面降下速度の上限値以下の設

定流量で排水され、さらに、液面が第2の吸液管の下端開口部よりも低くなると、洗浄液は第1の吸液管だけによって、基板の下端に液溜まりが発生しない液面降下速度以下の設定流量で排水される。このため、基板下端に液溜まりが生じることがなくなり、マランゴニ乾燥による極めて高い洗浄効果を発揮させながら、基板の乾燥時間を大幅に短縮することができる。

【0017】また、請求項3記載の発明の場合、基板の下端縁付近まで液面降下速度 $1.5\text{ cm/sec}$ という最大速度で洗浄液を排水できるので、乾燥時間を最大限に短縮することができる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。図1に、本発明方法を適用して構成した乾燥装置の一例を示す。なお、図中、従来例(図2)と同一もしくは相当部分には同一の符号を付して示した。

【0019】この図1の乾燥装置が前述した従来の乾燥装置と異なる点は、洗浄液槽1内に、新たにもう一本の吸液管16を付設し、この吸液管16の先端開口部17をウェーハ3の下端縁 $L_1$ よりも上側に位置するように取り付けるとともに、この吸液管16を排液用パイプ18を介してもう一台の排液用ポンプ19に繋ぎ、二つの吸液管6、16によって洗浄液槽1内の純水2を排水できるようにした点と、この二つの吸液管6、16を用いて排水するに当たり、二つの排液用ポンプ9、19の排水量を次の①②の条件を満たすように設定した点である。

【0020】① 排液用ポンプ9の排水量は、液溜まりの発生することのない $0.5\text{ cm/sec}$ 以下の液面降下速度となるように設定する。

② 排液用ポンプ19の排水量は、前記排液用ポンプ9の排水量と合わせた時に、液面降下速度が $0.5\text{ cm/m} \sim 1.5\text{ cm/sec}$ の範囲、望ましくは上限値の $1.5\text{ cm/sec}$ 付近となるように設定する。

【0021】上記装置において乾燥処理を行なうには、前記二つの排液用ポンプ9、19を同時に作動し、二つの吸液管6、16を用いて純水槽1内の純水2を排出する。純水2の液面が吸液管16の先端開口部17の位置に達するまでは、純水2は二つの吸液管6、16によって排水されるため、液面の降下速度はマランゴニ効果の発現する上限値たる $1.5\text{ cm/sec}$ 付近となり、極めて高速に乾燥処理が行なわれる。

【0022】そして、純水2の液面が吸液管16の先端開口部17の位置よりも下がったら、図示を略した制御装置によって排液用ポンプ19を停止し、以後は吸液管6のみによって排水を続行する。したがって、これ以降においては液面の降下速度は $0.5\text{ cm/sec}$ 以下となる。このため、純水2の液面がウェーハ3の下端縁 $L_1$ から最後に離れる部分においても液溜まりを生じるこ

とがなくなり、汚れを含んだ純水2が水滴痕となって残ってしまうようなこともなくなる。なお、前記吸液管16、排液用ポンプ19を通じたIPAガスの漏出が無視できる場合には、排液用ポンプ19は停止することなく作動させたままとしておいてもよい。

【0023】前記排液管16の先端開口部17の位置は、原理的にはウェーハ3の下縁 $L_1$ 付近まで下げることができる。したがって、従来例の液面降下速度を $0.5\text{ cm/sec}$ とした場合、本発明方法では液面降下速度を3倍の $1.5\text{ cm/sec}$ 程度まで引き上げることができるので、乾燥時間を $1/3$ まで大幅に短縮することができる。

【0024】なお、上記例では、洗浄液として純水を用いたが、洗浄液はこれに限られるものではなく、例えば、水+アルカリまたは界面活性剤、水+アルカリ+界面活性剤など、半導体製造や液晶ガラス製造などで用いられている公知の水系洗浄液を用いることができるものである。

【0025】また、上記の例では、マランゴニ効果を発現させるための吹き付けガスとしてIPAガスを用いたが、この吹き付けガスは洗浄液に対して溶け込むことのできる親水性を持ち、かつ、洗浄液に混和されたときに洗浄液の表面張力が小さくなるような有機性溶剤(界面活性剤)であればよい。このような物質としては、前記IPAの他に、エチルグリコール、エチレングリコール、1-プロパノール、2-プロパノール、テトラヒドロフラン、1-ブタノール、2-ブタノールなどを挙げることができる。なお、この吹き付けガスは、水に対する溶解度が $1\text{ g/l}$ よりも大きく、蒸気圧が $25 \sim 2500\text{ Pascal}$ の間にあるものが望ましい。

【0026】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1記載の発明によれば、洗浄槽に、第1の排液用ポンプを備えた第1の吸液管と第2の排液用ポンプを備えた第2の吸液管を配設し、前記第1の吸液管はその先端開口部が前記洗浄槽内に置かれた基板の下端縁よりも下側に位置するように配置するとともに、前記第2の吸液管はその先端開口部が前記洗浄槽内に置かれた前記基板の下端縁よりも上側に位置するように配置し、前記第1の排液用ポンプはその排水量を前記基板の下端に液溜まりが発生しない液面降下速度以下に設定するとともに、前記第1および第2の二つの排液用ポンプの合算排水量を前記基板の下端に液溜まりが発生しない液面降下速度以上で、かつ、マランゴニ効果の発現する液面降下速度の上限値以下となるように設定し、前記第1および第2の二つの排液用ポンプを同時に作動して前記第1および第2の二つの排液管によって前記洗浄槽内の洗浄液を吸い出して排水するようにしたので、液面降下速度の制御が容易となり、従来のように基板下端に液溜まりを生じることがなく、マランゴニ乾燥による極めて高い洗浄効果を発揮し

ながら、基板の乾燥時間を大幅に短縮することができる。このため、基板製造を効率化を図ることが可能となる。

【0027】また、請求項2記載の発明によるときは、洗浄液として純水を、また液面上部空間への送給ガスとしてイソプロピルアルコール・ガスを用いたので、扱い易く、従来装置への適用が極めて容易である。

【0028】また、請求項3記載の発明によるときは、第1の吸液管による洗浄液の排水量を液面降下速度0.5cm/sec以下に設定するとともに、第1および第2の二つの吸液管による洗浄液の合算排水量を液面降下速度1.5cm/sec付近に設定したので、洗浄液を最大速度で排水することができ、乾燥時間を最大現に短縮し、最も効果的に基板の乾燥処理を行なうことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明方法を適用して構成した乾燥装置の例を示す図である。

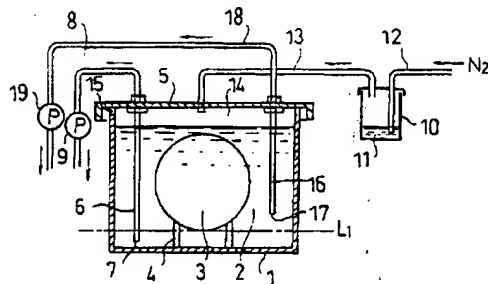
【図2】従来例を示す図である。

【図3】ウェーハと純水の接触部分の模式説明図である。

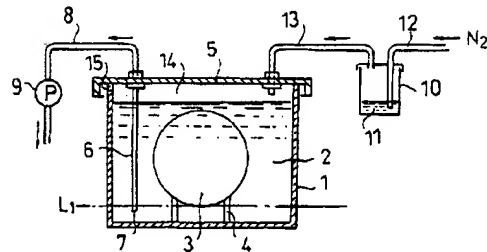
【符号の説明】

- 1 洗浄液槽
- 2 純水（洗浄液）
- 3 ウェーハ（基板）
- 4 ウェーハ収納用カセット
- 5 上蓋
- 6 吸液管
- 7 先端開口部
- 8 排液用パイプ
- 9 排液用ポンプ
- 10 バブリング槽
- 11 IPA
- 12 キャリアガス供給用パイプ
- 13 ガス供給用パイプ
- 14 液面上部空間
- 15 排気口
- 16 吸液管
- 17 先端開口部
- 18 排液用パイプ
- 19 排液用ポンプ

【図1】



【図2】



【図3】

